

Ventilantrieb für ein Gaswechselventil

Die Erfindung betrifft ein Ventilantrieb für ein Gaswechselventil nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der Patentliteratur sind eine ganze Reihe von Ventilantrieben der angegebenen Art bekannt. Hierzu sei beispielsweise auf die DE 101 25 767 C1 verwiesen.

Grundprinzip dieses bereits aus dem Patent bekannten Ventilantriebs ist, dass ein starr mit dem Gaswechselventil verbundener Läufer sich längs der gemeinsamen Achse im Magnetfeld eines Ständers bewegt.

Um wirtschaftlich ausreichend hohe Kräfte am Läufer zu erzeugen, werden entsprechend starke Magnetfelder im Luftspalt zwischen dem Ständer und dem Läufer benötigt. Hierzu müssen u.a. die Luftspalte im Magnetkreis möglichst klein sein und geeignete Stromspulen am Ständer angeordnet werden.

Darüber hinaus muss der aus dem Ständer und dem Läufer bestehende Aktuator in die vorhandenen, verhältnismäßig kleinen Bauräume, z. B. in einen Zylinderkopf eines Kfz-Verbrennungsmotors passen, weshalb die Stromspulen und die aktiven Luftspaltflächen nicht beliebig groß gebaut werden können. Die magnetischen Verluste müssen im Magnetkreis klein gehalten werden. Überdies sind aber auch gerade im Bordnetz von Kraftfahrzeugen Strom und Spannung begrenzt.

- 2 -

Bei den komplexen Geometrien an einem Zylinderkopf eines Verbrennungsmotors sind ganz erhebliche geometrische Toleranzen zwischen den einzelnen Funktionselementen, insbesondere zwischen dem Läufer und Ständer des Ventilantriebs einzuhalten, um ein Verklemmen oder zu große Luftspalte zu verhindern.

Überdies führen unsymmetrische Magnetfelder im Luftspalt am Läufer zu erheblichen Querkraften, die sich selbst verstärken und zu großen Reibkräften, Energieverlusten und gar zudem bereits erwähnten Verklemmen des Läufers führen können.

Da besonders bei Verbrennungsmotoren in der Aufwärm- und Abkühlphase mit erheblichen Temperaturdifferenzen an sämtlichen Motorbauteilen und damit thermisch induzierten Geometrieänderungen (an Bauteilen aus Werkstoffen mit unterschiedlicher Wärmeausdehnung und stark unterschiedlichen Temperaturen) zu rechnen ist, müssen insbesondere im Ventiltrieb die Luftspalte und Spiele aus thermischen Gründen ausreichend groß vorgehalten werden.

An den Gaswechselventilen treten Beschleunigungen bis zum 100-fachen der Erdbeschleunigung auf. Diese führen bei zu großen Bauteilspielen und im Luftspalt des Magnetkreises zu unerwünschter Geräuschentwicklung, asymmetrischen Kräften und Verschleiß im Ventilantrieb.

Außerdem sind in einem Verbrennungsmotor immer Verschleiß-, Abrieb- und Schmutzpartikel vorhanden, die zum Teil auch magnetisch sind. Diese Partikel können sich auch in den Magnetspalten des Aktuators ansammeln und zum Verklemmen des Ventilantriebs führen.

- 3 -

Ein erhebliches herstelltechnisches Problem stellt sowohl in einer Arbeits- als auch Kraftmaschine die Verbindung eines Gaswechselventils mit dem Ventilantrieb dar. Infolge der örtlichen und funktionellen Gegebenheiten, muss nämlich eine voneinander unabhängige Prüfbarkeit, Montage als auch Demontage des Gaswechselventils und des Ventiltriebs im Zylinderkopf gewährleistet sein.

Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Ventilantrieb der eingangs genannten Art derart zu verbessern, dass die vorgenannten Anforderungen erfüllt und die dargestellten Nachteile vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für einen Ventilantrieb der angegebenen Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen im folgenden aus den Unteransprüchen und der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand mehrerer Zeichnungen hervor.

Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch einen Zylinderkopf, in dem ein Ventilantrieb gemäß der Erfindung angeordnet ist,

Figur 2 eine Seitenansicht des in Figur 1 gezeigten erfindungsgemäßen Ventilantriebs,

Figur 3 eine alternative Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ventilantriebs im Bereich der Läuferplatte,

- 4 -

- Figur 4 eine weitere Ausgestaltungsvariante des erfindungsgemäßen Ventilantriebs im Bereich der Stromspulen,
- Figur 5 eine Variante zur Ausbildung der Ständerplatten des erfindungsgemäßen Ventilantriebs,
- Figur 6 eine Draufsicht auf die zwischen einer Ständerplatte einfach gelagerten Läuferplatte,
- Figur 7 eine Draufsicht auf die zwischen einer Ständerplatte mehrfach gelagerten Läuferplatte,
- Figur 8 eine Seitenansicht der Läuferplatte im Bereich der Magnetstücke,
- Figur 9 eine Seitenansicht zweier relativ zu den Magnetstücken der Läuferplatte geneigten Ständerplatten.

Die Figur 1 zeigt die Anordnung eines Ventilantriebs in einem Zylinderkopf 2 eines Verbrennungsmotors zwecks Betätigung eines einlass- oder auslassseitig angeordneten Gaswechselventils 4. Der im Querschnitt dargestellte Zylinderkopf 2 weist hierzu eine Ventilaufnahmebohrung 3 zur Führung und Abdichtung des Gaswechselventils 4 auf. Das Gaswechselventil 4 ist als Tellerventil ausgeführt, das mit seiner Ventilsitzfläche dem im Ein- oder Auslasskanal eingesetzten Ventilsitz konzentrisch zugewandt ist.

Als Ventilantrieb befindet sich oberhalb des Gaswechselventils 4 ein in der Ebene des Gaswechselventils im Querschnitt als auch dahinter in Perspektivansicht dargestellter elektromagnetischer Aktuator, in dessen Ständer 1 ein axialbeweg-

- 5 -

licher Läufer 12 angeordnet ist, der über ein Koppellement 17 mit dem Ventilschaft 7 des Gaswechselventils 4 lösbar verbunden ist. Dieser als Linearmotor konzipierte Ventilantrieb gewährleistet einen variablen Ladungswechsel, in dem abhängig von der Ansteuerung mehrerer parallel im Ständer 1 angeordneter Stromspulen 18 der Ventilöffnungszeitpunkt, der Ventilhub als auch die Ventilöffnungsdauer des Gaswechselventils 4 beliebig einstellbar ist.

Der Läufer 12 bildet mit dem Ständer 1 eine eigenständig handhabbare, vorzugsweise funktionsfähig vorprüfbare Baugruppe, die mit dem Gaswechselventil 4 lösbar verbunden ist. Hierzu ist das zwischen dem Läufer 12 und dem Gaswechselventil 4 angeordnete Koppellement 17 erforderlich, das eine kraft- und/oder formschlüssige Verbindung zwischen dem Läufer 12 und dem Gaswechselventil 4 herstellt.

Wie aus Figur 1 hervorgeht, ist der Ständer 1 mit dem Läufer 12 und dem am Läufer 12 angebrachten Koppellement 17 gegenüber dem Gaswechselventil 4 im Zylinderkopf 2 koaxial ausgerichtet und befestigt. Zur platzsparenden Integration des Koppellements 17 zwischen der Ventilaufnahmebohrung 3 (Ventilschaftführung des Gaswechselventils 4) und der Auflagefläche des Ständers 1 ist eine Stufenbohrung 19 im Zylinderkopf 2 vorgesehen. Zwischen dem Koppellement 17 und dem Boden der Stufenbohrung 19 kann bei Bedarf eine Hilfsfeder angeordnet werden, um bei einem Ausfall der Stromspulen 18 zur Vermeidung eines Kolbenkontakts das Gaswechselventil 4 sicher wieder schließen zu können.

Der Läufer 12 ist als schmale Läuferplatte 11 ausgeführt, in die mehrere, konzentrisch übereinander gestapelten Magnetstücke 21 eingesetzt sind, die eine abwechselnde Magnetorientierung aufweisen. Die Magnetstücke 21 sind in einem

- 6 -

radialen Luftspalt zum beiderseits der Läuferplatte 11 angeordneten Zahnbereich 20 des Ständers 1 angeordnet, der jeweils zwischen den Stromspulen 18 zwei zueinander fluchtende, den ebenen Magnetstücken 21 zugewandte, linear zur Läuferplatte 11 positionierte Zähne im Innenbereich der Ständerplatten 9b, 9c aufweist. Unabhängig von der Anzahl der Zähne gewährleistet die gewählte Anordnung, dass die in mehreren Reihen in der Läuferplatte 11 positionierten Magnetstücke 21 entsprechend ihrer Magnetorientierung immer mit den zugeordneten Zähnen der Ständerplatten 9b, 9c fluchten. Der vorbeschriebene Aufbau des Ständers 1 sieht eine Vielzahl von Stromspulen 18 beiderseits der Läuferplatte 11 zwischen den quer zur Läuferplatte 11 ausgerichteten vier Ständerplatten 9a, 9b, 9c, 9d vor, wobei die Stromspulen 18 vorteilhaft auch unabhängig voneinander elektrisch ansteuerbar sind.

Der Ständer 1 ist derart aufgebaut, dass immer zwei baugleiche, mit ihren Zahnbereichen 20 übereinander angeordnete Ständerplatten 9b, 9c fluchtend zueinander gestapelt und durch Abstandshalter 10 voneinander getrennt sind. Die als Bodenplatte am Zylinderkopf 2 aufliegende und das Grundjoch bildende erste Ständerplatte 9a unterscheidet sich von den darüber angeordneten drei Ständerplatten 9b, 9c, 9d durch ihre vertikale, im Querschnitt schlitzförmige Durchführung 8 für den Läufer 12, dessen Läuferplatte 11 sich in den Zahnbereich 20 der beiden Ständerplatten 9b, 9c erstreckt, die als Polschuhe wirken. Die vierte Ständerplatte 9d bildet oberhalb des Läufers 12 und der Stromspulen 18 gewissermaßen das Abschlussjoch des Ständers 1.

Die Figur 1 stellt somit einen Ventilantrieb für ein Gaswechselventil in einer Kraft- oder Arbeitsmaschine dar, dessen magnetischer Läufer 12 sich mit einem vom Gaswechselven-

- 7 -

til entfernt gelegenen Läuferabschnitt innerhalb einer Durchführung 8 eines mit mehreren Stromspulen 18 versehenen Ständers 1 längsbeweglich erstreckt. Erfindungsgemäß ist der Läufer 12 im Bereich des Läuferabschnitts vorzugsweise nach Art eines Flachschiebers als im Ständer 1 vertikal bewegte Läuferplatte 11 ausgeführt, in der in mehreren Ebenen mehrere Magnetstücke 21 ausgerichtet sind.

Im Bodenbereich des Ständers 1, der dem Gaswechselventil 4 zugekehrt ist, ist wenigstens eine an die Querschnittskontur der Läuferplatte 11 angepasste Durchführung 8 vorgesehen, durch die sich ein die Läuferplatte 11 mit dem Koppелеlement 17 verbindender Läufersteg 14 erstreckt. Der Bodenbereich des Ständers 1 ist herstelltechnisch besonders einfach als rechteckige, ebene erste Ständerplatte 9a ausgeführt, die mittig auf ihrer Längsachse die Durchführung 8 für den Läufersteg 14 aufweist. Beiderseits der Durchführung 8 lassen sich auf der ersten Ständerplatte 9a reihenweise die erforderlichen Stromspulen 18 besonders einfach anordnen, auf denen die zweite ebene Ständerplatte (9b) aufgelegt ist, die wenigstens eine zur ersten Durchführung 8 fluchtende zweite Durchführung 8 im Zahnbereich (20) aufweist, die an den Querschnitt der Läuferplatte 11 angepasst ist. Oberhalb der von den Stromspulen 18 abgewandten Seite der zweiten Ständerplatte 9b ist die identisch zur zweiten Ständerplatte 9b aufgebaute dritte Ständerplatte 9c fluchtend zur zweiten Ständerplatte 9b angeordnet. Die dritte Ständerplatte 9c ist durch wenigstens ein paar unmagnetische Abstandshalter 10 von der zweiten Ständerplatte (9b) getrennt. Auf der dritten Ständerplatte 9c sind analog zu den unterhalb der zweiten Ständerplatte 9b angeordneten Stromspulen 18 gleichfalls mehrere Stromspulen 18 in einer Reihe beiderseits der Läuferplatte 11 aufgesetzt, auf denen die vierte Ständerplatte 9d fixiert ist. Jede Stromspule 18 ist von einem stabförmig-

- 8 -

gen Magnetkern 15 durchdrungen, der zur Schließung des Magnetkreises mit seinen Enden die den Stromspulen 18 zugehörigen Ständerplatten 9a, 9b bzw. 9c, 9d kontaktiert.

Die Figur 2 zeigt eine Seitenansicht des in Figur 1 abgebildeten Ventilantriebs, woraus ersichtlich ist, dass die erste Ständerplatte 9a im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit drei Durchführungen 8 versehen ist, die an die Kontur der drei Läuferstege 14 spielbehaftet angepasst sind. Die durch die Durchführungen 8 ragenden Läuferstege 14 sind etwa auf der Höhe der zweiten Ständerplatte 9b vollflächig zu dem die Magnetstücke 21 tragenden Bereich der Läuferplatte 11 zusammengeführt, deren Magnetstücke 21 in der Seitenansicht nach Figur 2 von den Stromspulen 18, der zweiten und dritten Ständerplatte 9b, 9c als auch vom dazwischen befindlichen Abstandshalter 10 verdeckt sind. Unterhalb der ersten Ständerplatte 9a sind die Läuferstege 14 gleichfalls zu einem massiven Verbindungsabschnitt 22 zusammengeführt, welches das Koppellement 17 aufnimmt.

Die Figur 3 zeigt abweichend von Figur 2 die an den beiden Enden des Verbindungsabschnitts 22 angeformten Läuferstege 14, welche die erste Ständerplatte 9a spielbehaftet in Richtung auf den die Magnetstücke 21 aufweisenden Bereich der Läuferplatte 11 umgreifen. Dies hat den Vorteil, dass die aus den Fig. 1, 2 bekannten Durchführungen 8 in der ersten Ständerplatte 9a nicht erforderlich sind. Ansonsten entspricht der Aufbau des Ventiltriebs nach Figur 3 den bisherigen, anhand den Figuren 1, 2 dargelegten Einzelheiten.

Die Figur 4 zeigt abweichend von den bisherigen Erläuterungen zum Erfindungsgegenstand anstelle der Verwendung einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten zylindrischen Stromspulen 18 die Verwendung von lediglich einem paar über-

- 9 -

einander angeordneten ovalen Stromspulen 18 je Läuferplat-
tenseite, so dass anstelle der stabförmigen Magnetkerne in
den zylindrischen Stromspulen 18 nunmehr entsprechend der
Ovalität der Stromspulen 18 die Magnetkerne 15 nunmehr den
Zwischenabstand innerhalb jeder ovalen Stromspule 18 ausfül-
len.

Wie aus der Figur 5 hervorgeht, können bei Wunsch oder Be-
darf die zweite und dritte Ständerplatte 9b, 9c mehrteilig
und in ihren Ebenen auch versetzt ausgeführt sein, so dass
mehrpollige Ständerplatten bei relativ kleinem Platzbedarf
realisiert werden können.

Die Figur 6 zeigt ausgehend von den Beschreibungen zu den
Fig. 1-5 eine Draufsicht auf die das Grundjoch bildende ers-
te Ständerplatte 9a, die als Bodenplatte am Zylinderkopf 2
aufliegt, welche in der vorliegenden Ansicht nur teilweise
im Bereich ihrer schlitzförmigen Durchführung 8 skizzenhaft
dargestellt ist. Diese Ständerplatte 9a nimmt auf halber
Teilspannweite beiderseits der in der Draufsicht gezeigten
schmalen Läuferplatte 11 entweder unmittelbar an der Läufer-
platte 11 oder im Bereich des Läuferstegs 14 ein paar Füh-
rungselemente 13a auf, die in Nuten 5 der Ständerplatte 9a
eingesetzt sind. Hierdurch wird eine besonders einfache und
dennoch präzise, klemmfreie Führung des Läufers 12 im Stän-
der 1 erreicht.

Die Figur 7 zeigt eine gegenüber der Figur 6 mehrfache Lage-
rung und Führung des Läufers 12 innerhalb der Durchführung 8
der ersten Ständerplatte 9a, wozu an den beiden äußeren Ab-
schnitten des Läufers 12 die Führungselemente 13a, 13b bei-
derseits des plattenförmigen Läufers 12 in Nuten 5 der Stän-
derplatte 9a angeordnet sind.

- 10 -

Die Figur 8 zeigt ergänzend zu den Figuren 1 bis 7 in einer Seitenansicht die teilweise abgebildeten Läuferplatte 11, mit mehreren Magnetstücken 21, die in mehreren parallel übereinander angeordneten Magnetreihen X1, X2 der Läuferplatte 11 angeordnet sind, wobei die Magnetreihen X1, X2 gegenüber der horizontalen Ausrichtung des Zahnbereichs 20 geneigt sind.

Alternativ zu Figur 8 sind in der Figur 9 die Magnetstücke 21 in der Läuferplatte 11 in mehreren parallel übereinander angeordneten Magnetreihen X1, X2 horizontal aufgenommen, während die mit den Zahnbereichen 20 versehenen Ständerplatten 9b, 9c gegenüber den Magnetreihen X1, X2 geneigt sind.

Die in den Figuren 7 und 8 vorgeschlagenen Konstruktionen verbessern den Übergang des elektromagnetischen Kraftflusses während der Relativbewegung des Läufers 12 im Stator 1, wodurch sich eine effizientere Ausnutzung der Magnetkraft ergibt.

Zusammenfassend zeichnet sich der erfindungsgemäß vorgeschlagene Ventilantrieb durch folgende Merkmale aus:

1. Durch die Ausbildung des Läufers 12 nach Art eines Flachschiebers ergibt sich eine extrem schmale Baubreite für den Ventilantrieb, so dass dieser unproblematisch in jedem Zylinderkopf integriert werden kann.
2. Der Magnetkreis kann optimal an die Leistungsbedürfnisse des Ventilantriebs angepasst werden, indem auf einfache Bauweise nach Belieben die Anzahl, die Bauweise und die elektrische Ansteuerung der Stromspulen 18 variiert werden kann. Durch die einfache Statorgeometrie, die u.a. durch die Verwendung der vorgestellten Ständerplatten 9a-d zustande kommt, können nicht nur zy-

- 11 -

lindrische, sondern auch ovale Stromspulen 18 verwendet werden. Bei der Verwendung von mehreren zylindrischen Stromspulen 18 lässt sich ein besonders kleiner Spulendurchmesser realisieren, so dass der Kupferaufwand als auch die damit verbundenen Einfluss auf den Wirkungsgrad im Stromkreis minimal ist. Folglich kann der Aktuator mit einer geringeren elektrischen Spannung betrieben werden. Die Stromspulen lassen sich jeweils nach der gewünschten Betriebskennlinie parallel, seriell oder sequentiell elektrisch bestromen, wodurch die Möglichkeit zur Rückgewinnung von elektrischer Energie aus der jeweils vorherrschenden elektromotorischen Kraft innerhalb der Magnetkreise besteht. Ferner ergibt sich eine nur geringe Streuung des Magnetfelds.

3. Durch die zum Läufer 12 ausschließlich seitlich angeordneten Stromspulen 18 ergibt sich eine gute Spulenkühlung und eine besonders einfache Montage als auch Demontage der Stromspulen 18.
4. Es folgt eine von thermisch induzierten Geometrieänderungen unabhängige Führung des Läufers 12, wobei Wärmedehnungen zwischen Läufer 12 und Ständer 1 keinen Einfluß auf die Führung haben. Durch die hierzu vorgeschlagene Verwendung von Führungselementen 13a, 13b wird der Läufer 12 auch in einem kritischen Luftspaltbereich sicher geführt und gegen die dort wirkenden hohen magnetischen Querkkräfte sowie gegen die Querschleunigungskräfte abgestützt. Die hierzu verwendete Anzahl der Führungselemente kann zwischen zwei und einem Vielfachen variieren.

Die vorgeschlagene Erfindung gewährleistet somit:

- Wirtschaftliche Fertigungstoleranzen

- 12 -

- Wirtschaftliche Montage und automatische Justierung des Ventilantriebs
- Geringe Verluste im Magnetkreis
- Hohen Wirkungsgrad, da der Ventilantrieb optimal einstellbar ist und nur geringe Reibkräfte aufweist
- Thermisch stabile Betriebsweise des Ventilantriebs auch in der Hochlauf- und Abkühlphase des Motors
- Einfacher Werkstattservice

- 13 -

Bezugszeichenliste

| | |
|-----|-----------------------|
| 20 | Ständer |
| 21 | 2 Zylinderkopf |
| 3 | Ventilaufnahmebohrung |
| 4 | Gaswechselventil |
| 5 | Nut |
| 6 | Langloch |
| 7 | Ventilschaft |
| 8 | Durchführung |
| 22 | 9a-d Ständerplatte |
| 10 | Abstandshalter |
| 11 | Läuferplatte |
| 23 | 12Läufer |
| 13a | Führungselement |
| 13b | Führungselement |
| 14 | Läufersteg |
| 24 | 15Magnetkern |
| 16 | Klemmring |
| 17 | Koppelement |
| 18 | Stromspule |
| 19 | Stufenbohrung |
| 25 | 20 Zahnbereich |
| 21 | Magnetstück |
| 22 | Verbindungsabschnitt |

- 14 -

Patentansprüche

1. Ventilantrieb für ein Gaswechselventil in einer Kraft- oder Arbeitsmaschine, mit einem magnetischen Läufer, der sich mit einem vom Gaswechselventil entfernt gelegenen Läuferabschnitt innerhalb einer Durchführung eines mit einer Stromspule versehenen Ständers längsbeweglich erstreckt, der einen ein Magnetjoch bildenden Zahnbereich aufweist, sowie mit einem aus dem Ständer in Richtung des Gaswechselventils hervorstehenden Ende des Läufers, der bei Erregung der Stromspule das Gaswechselventil betätigt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Läufer (12) im Bereich des Läuferabschnitts vorzugsweise nach Art eines Flachschiebers als im Ständer (1) vertikal bewegte Läuferplatte (11) ausgeführt ist, in der vorzugsweise in mehreren Ebenen mehrere Magnetstücke (21) ausgerichtet sind.
2. Ventilantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bodenbereich des Ständers (1), der dem Gaswechselventil (4) zugekehrt ist, wenigstens eine an die Querschnittskontur der Läuferplatte (11) angepasste Durchführung (8) vorgesehen ist, durch die sich wenigstens ein die Läuferplatte (11) mit einem Koppellement (17) verbindender Läufersteg (14) erstreckt.
3. Ventilantrieb nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bodenbereich des Ständers (1) als rechteckige ebene erste Ständerplatte (9a) ausgeführt ist, die mittig auf ihrer Längsachse die Durchführung (8) für den Läufersteg (14) aufweist.
4. Ventilantrieb nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**,

- 15 -

dass beiderseits der Durchführung (8) auf der ersten Ständerplatte (9a) wenigstens ein paar Stromspulen (18) angeordnet sind, auf denen eine zweite ebene Ständerplatte (9b) aufgelegt ist, die wenigstens eine zur ersten Durchführung (8) äquivalente als auch dazu fluchtende zweite Durchführung (8) mit einem beiderseits der zweiten Ständerplatte (9b) angeordneten Zahnbereich (20) aufweist,

5. Ventiltrieb nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass oberhalb der von den Stromspulen (18) abgewandten Seite der zweiten Ständerplatte (9b) eine dritte Ständerplatte (9c) angeordnet ist, die durch wenigstens ein paar Abstandshalter (10) von der zweiten Ständerplatte (9b) getrennt ist.
6. Ventiltrieb nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der dritten Ständerplatte (9c) eine Durchführung (8) mit einem Zahnbereich (20) vorgesehen ist, die fluchtend zur ersten und zweiten Durchführung (8) ausgerichtet ist.
7. Ventiltrieb nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der dritten Ständerplatte (9c) wenigstens ein paar Stromspulen (18) aufgesetzt sind, auf denen eine den zweiten Endbereich des Ständers (1) bildende Endplatte (9d) aufgelegt ist.
8. Ventiltrieb nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens im Bereich der Durchführung (8) in einer der Ständerplatten (9a-9c) mindestens ein paar Führungselemente (13a, 13b) angeordnet sind, die beiderseits an der Läuferplatte (11) oder

- 16 -

am Läufersteg (14) zumindest abschnittsweise anliegen und den Läufer (12) in den Durchführungen (8) klemmfrei ausrichten.

9. Ventilantrieb nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungselemente (13a, 13b) entweder in Nuten (5) der Ständerplatte (9a, 9b, 9c) oder in Nuten der Läuferplatte (11) eingesetzt sind.
10. Ventilantrieb nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Stromspule (18) von einem stabförmigen Magnetkern (15) durchdrungen ist, der zur Schließung des Magnetkreises mit seinen Enden die der Stromspule (18) zugehörigen Ständerplatten (9a, 9b bzw. 9c, 9d) kontaktiert.
11. Ventilantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Magnetstücke (21) in mehreren parallel übereinander angeordneten Magnetreihen (X1, X2) in der Läuferplatte (11) aufgenommen sind, wobei die Magnetreihen gegenüber der horizontalen Ausrichtung des Zahnbereichs (20) geneigt sind.
12. Ventilantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Magnetstücke (21) in der Läuferplatte (11) in mehreren parallel übereinander angeordneten Magnetreihen (X1, X2) aufgenommen sind, wobei die Magnetreihen (X1, X2) horizontal in der Läuferplatte (11) ausgerichtet sind, während zumindest ein paar mit den Zahnbereichen (20) versehene Ständerplatten (9b, 9c) gegenüber den Magnetreihen (X1, X2) geneigt ist.
13. Ventilantrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

- 17 -

dass die Läuferplatte (11) zwischen zwei Läuferstegen (14) ein Langloch (6) aufweist, das zur Aufnahme einer dem Ständer (1) zugehörigen ersten Ständerplatte (9a) an die Länge und Dicke der Ständerplatte (9a) spielbehaftet angepasst ist.

14. Ventilantrieb nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zwischen der Dicke der Ständerplatte (9a) und dem Langloch (6) bestehende Spiel mindestens so groß ist wie der Arbeitshub des Läufers (12).

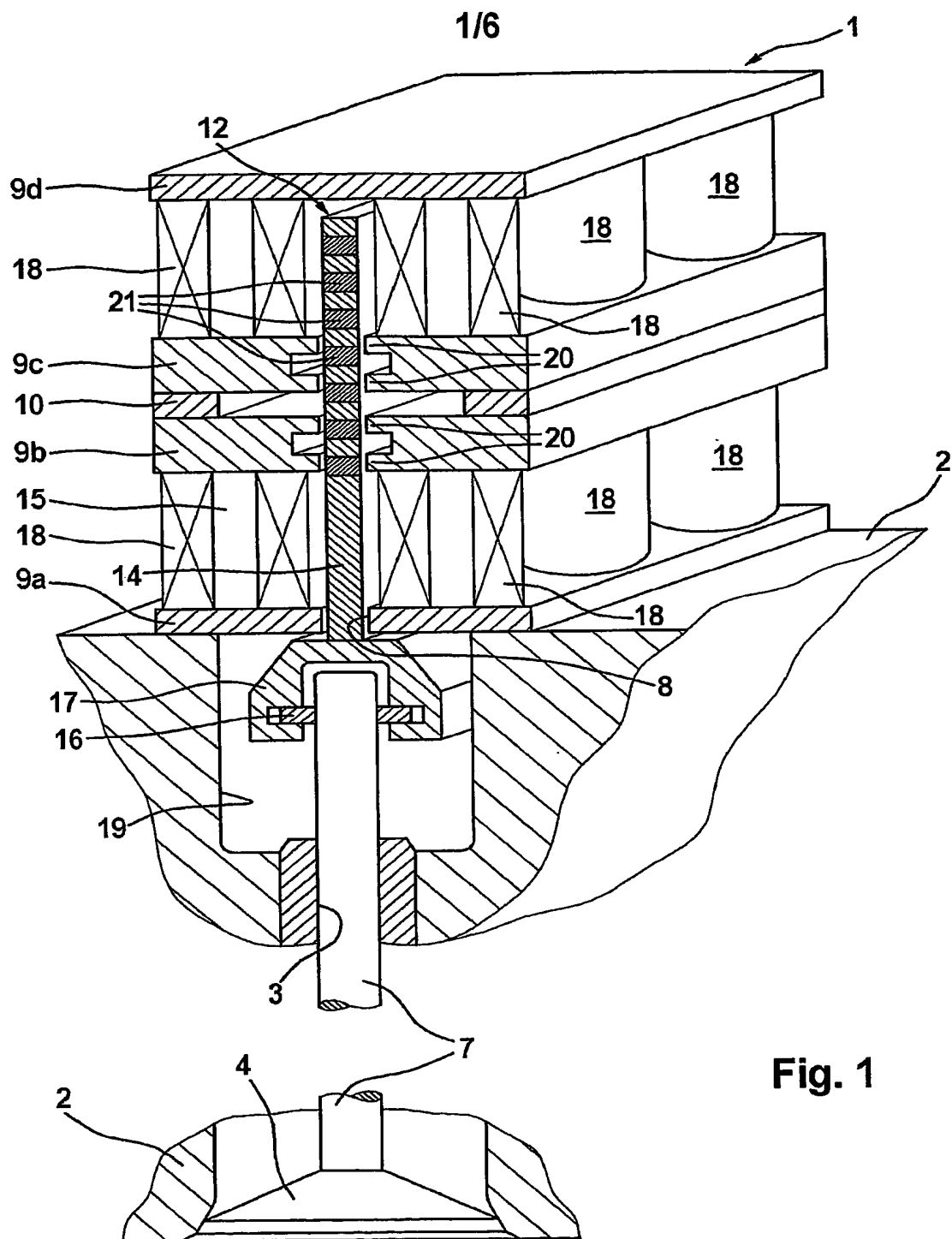


Fig. 1

2/6

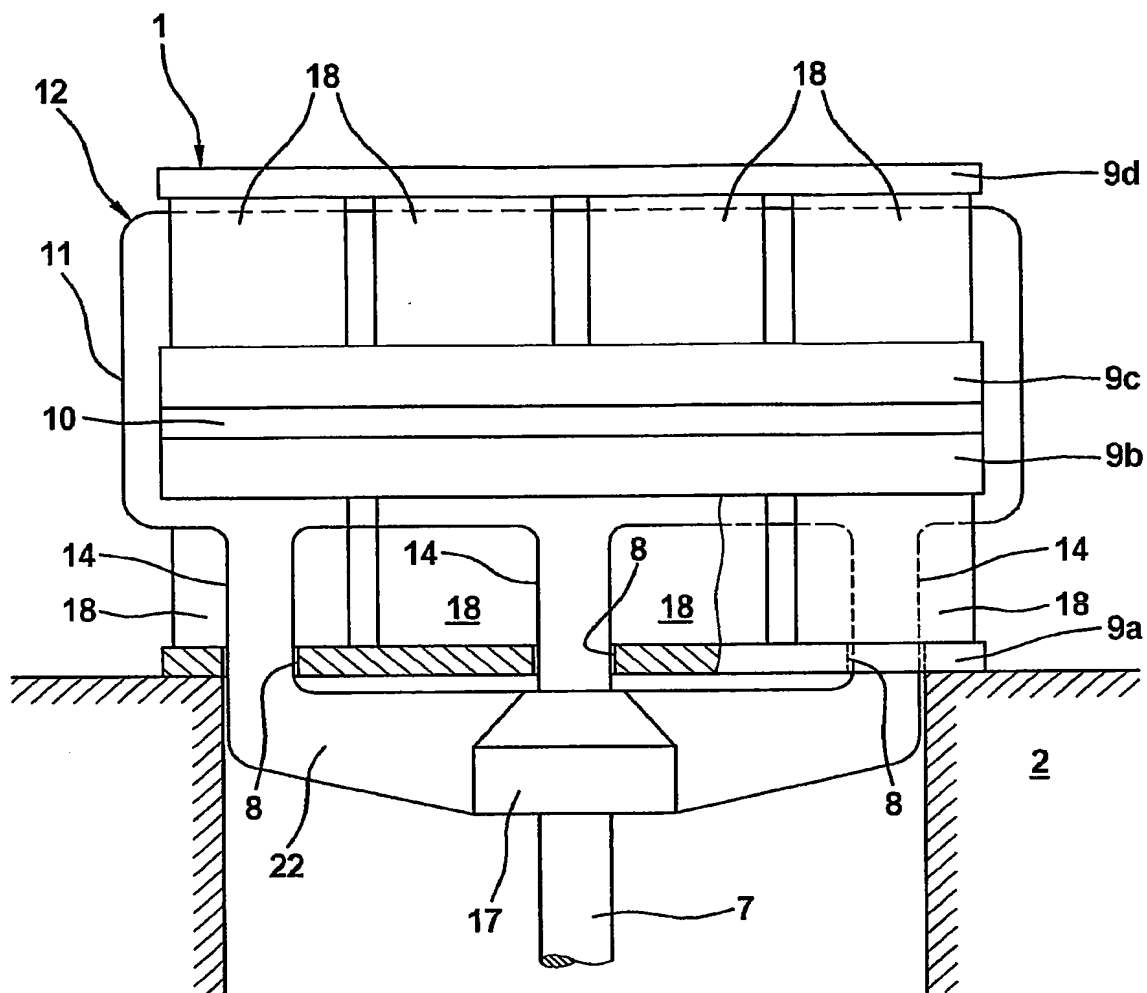


Fig. 2

3/6

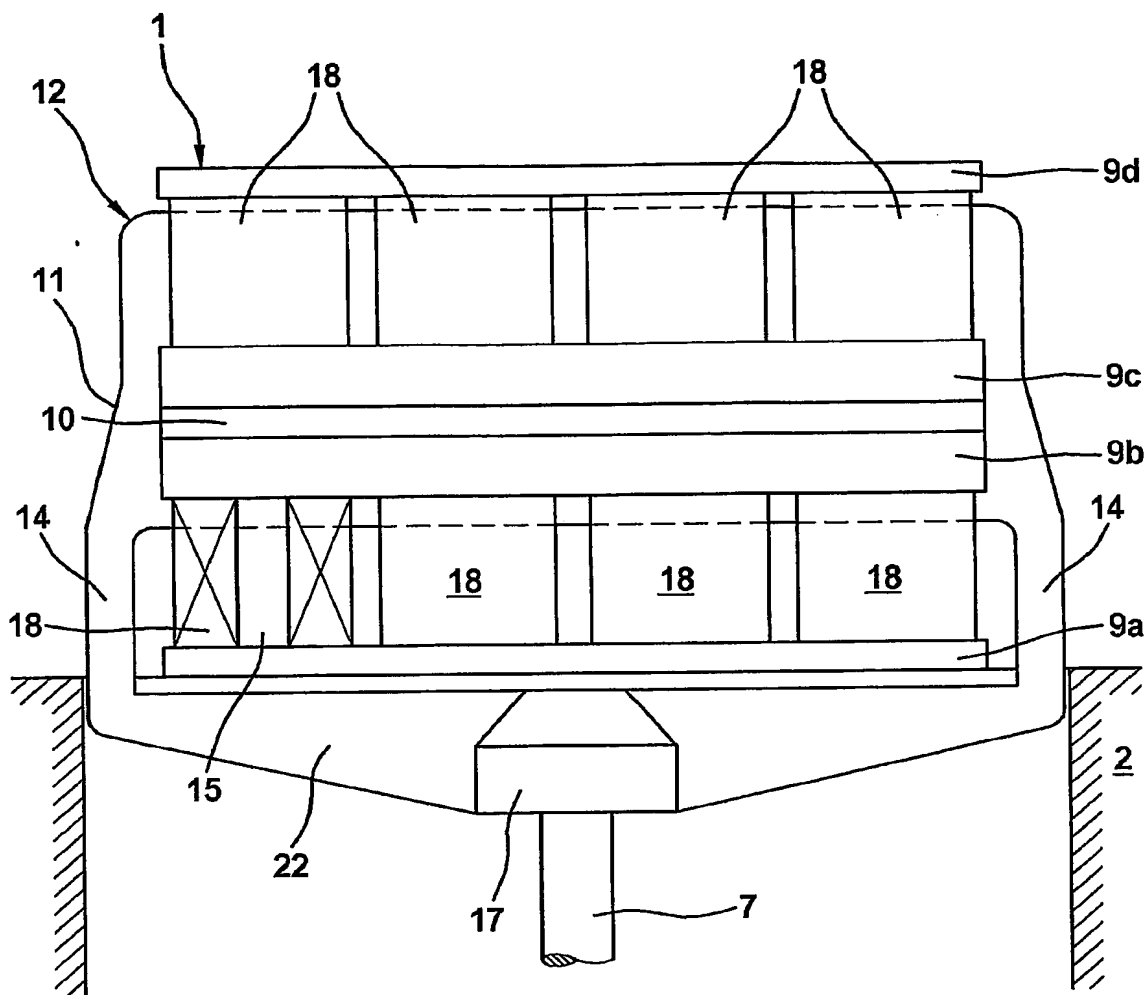


Fig. 3

4/6

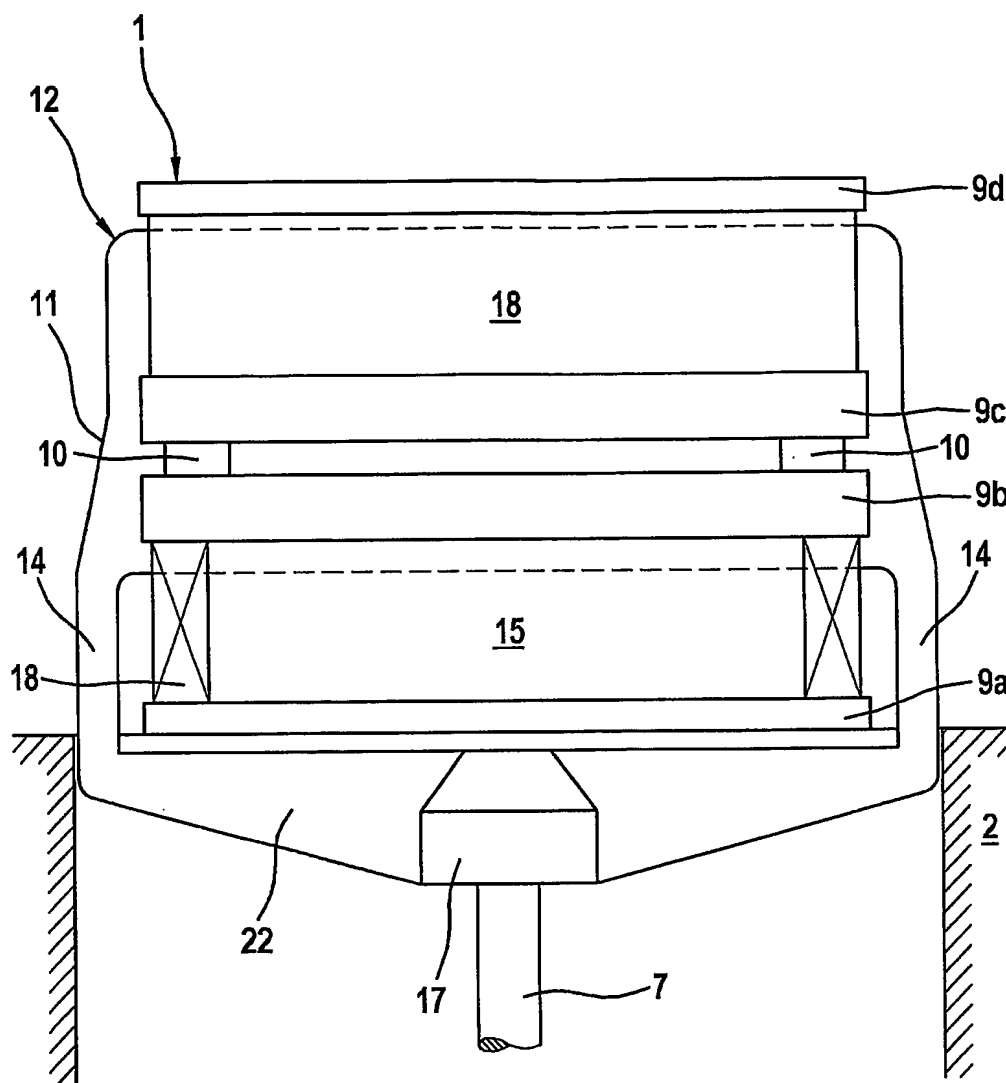


Fig. 4

5/6

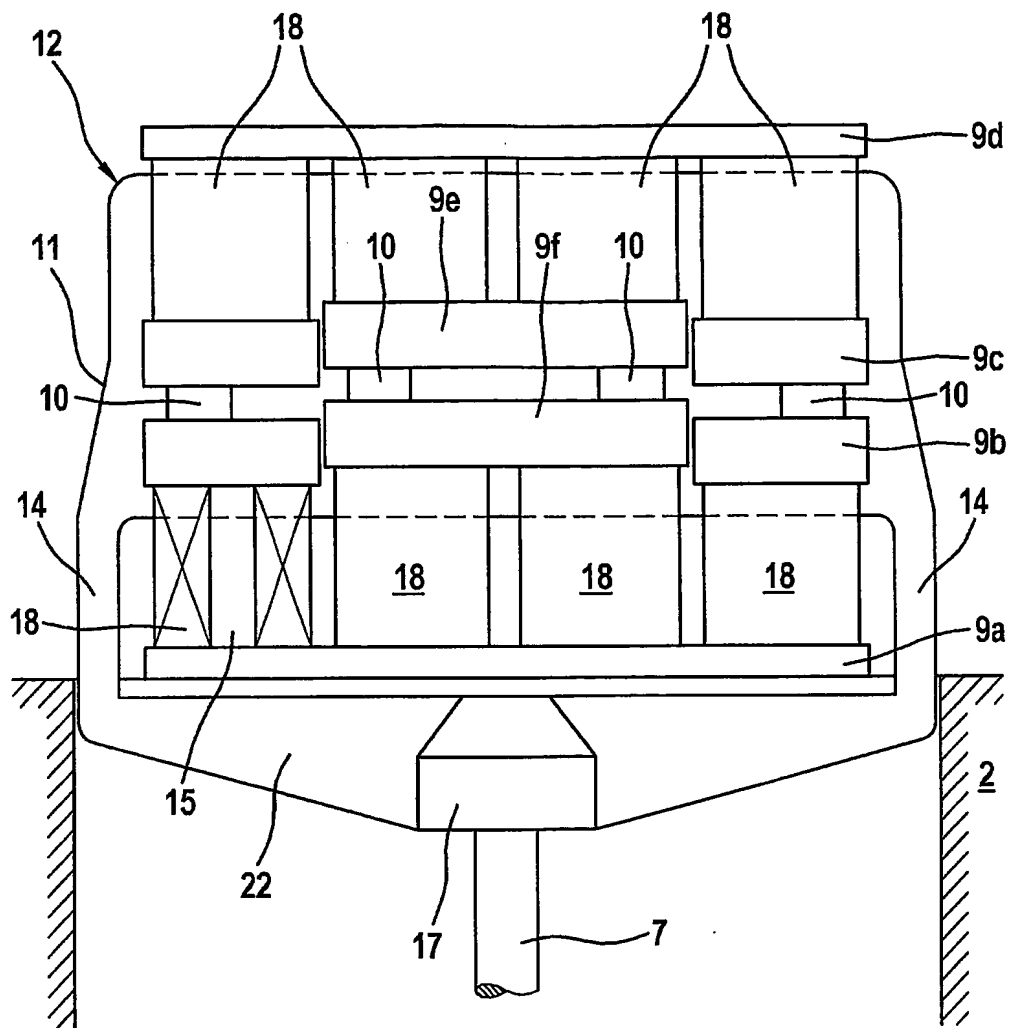


Fig. 5

6/6

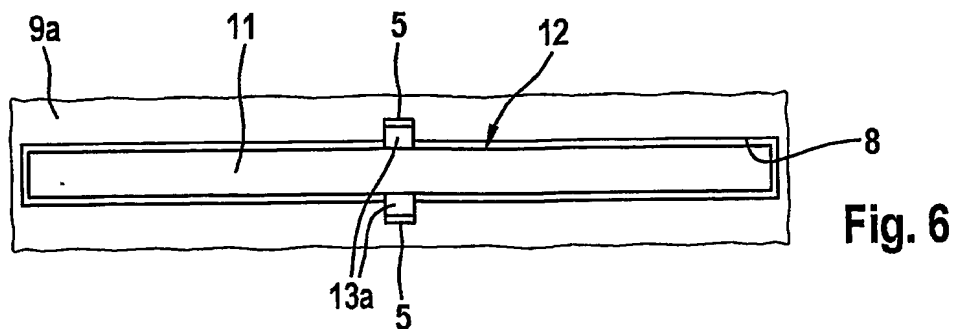


Fig. 6

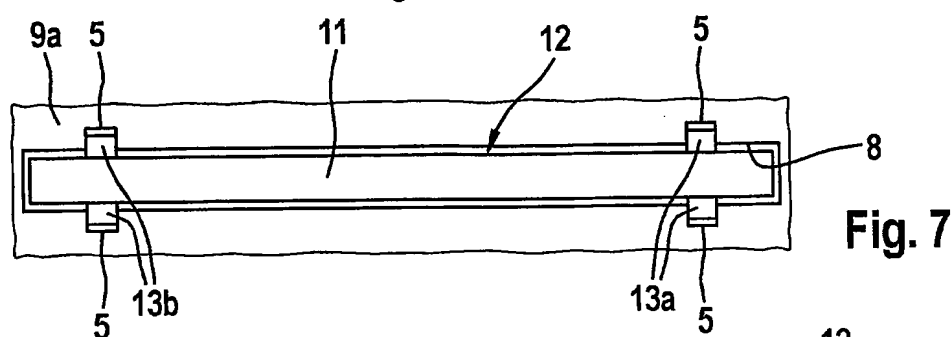


Fig. 7

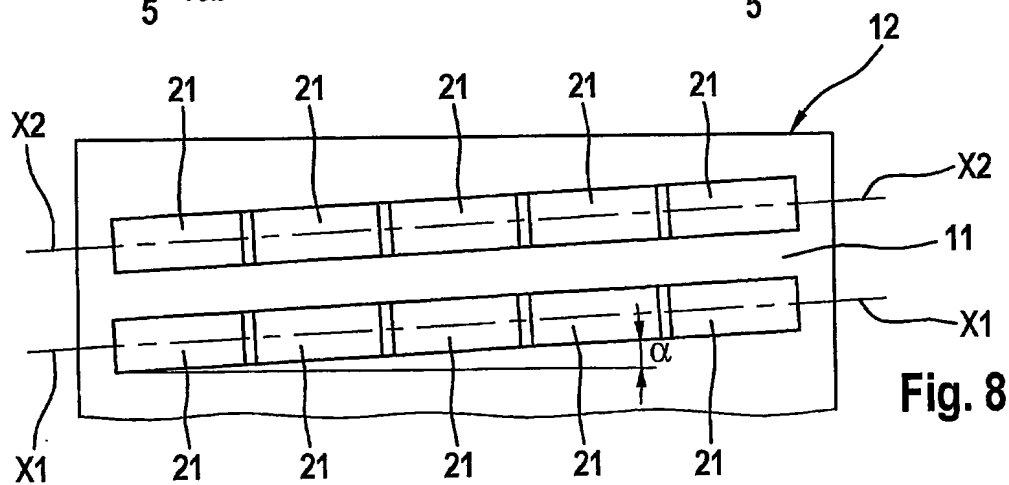


Fig. 8

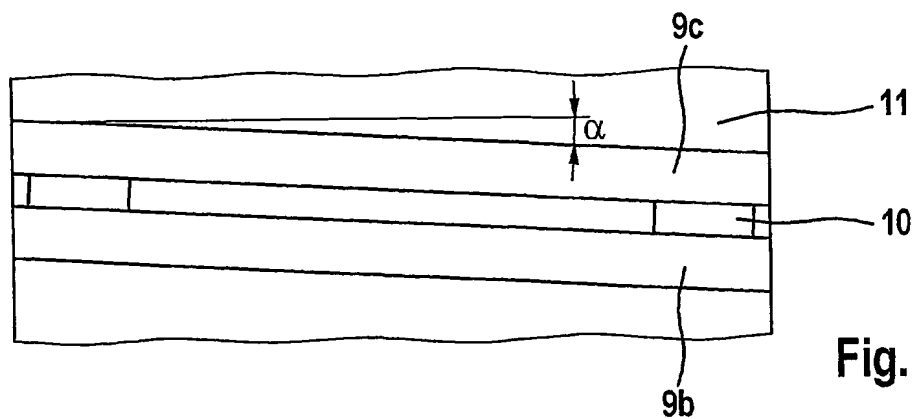


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/051123

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01L9/04 H01F7/16 F16K31/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L H01F F16K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| X | FR 2 818 430 A (RENAULT) 21 June 2002 (2002-06-21) | 1 |
| Y | the whole document | 2 |
| A | | 11,12 |
| Y | EP 1 045 116 A (MIKUNI KOGYO KK) 18 October 2000 (2000-10-18) figures 11,12 | 2 |
| X | US 5 559 378 A (OUDET CLAUDE ET AL) 24 September 1996 (1996-09-24) figure 1 | 1 |
| X | EP 1 215 370 A (RENAULT) 19 June 2002 (2002-06-19) paragraph '0022!; figures 1,2,5 | 1 |
| | -/-- | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 October 2004

Date of mailing of the international search report

20/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clot, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/051123

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | <p>DE 101 25 767 C (COMPACT DYNAMICS GMBH) 29 May 2002 (2002-05-29) cited in the application the whole document</p> <p>-----</p> | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051123

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| FR 2818430 | A | 21-06-2002 | FR 2818430 A1 | 21-06-2002 |
| | | | EP 1215370 A1 | 19-06-2002 |
| EP 1045116 | A | 18-10-2000 | JP 2000199411 A | 18-07-2000 |
| | | | AU 752530 B2 | 19-09-2002 |
| | | | AU 6001699 A | 22-05-2000 |
| | | | CA 2317665 A1 | 11-05-2000 |
| | | | EP 1045116 A1 | 18-10-2000 |
| | | | US 6561144 B1 | 13-05-2003 |
| | | | WO 0026510 A1 | 11-05-2000 |
| | | | US 2003168030 A1 | 11-09-2003 |
| US 5559378 | A | 24-09-1996 | FR 2682542 A1 | 16-04-1993 |
| | | | DE 69209308 D1 | 25-04-1996 |
| | | | DE 69209308 T2 | 21-11-1996 |
| | | | EP 0607354 A1 | 27-07-1994 |
| | | | WO 9307673 A1 | 15-04-1993 |
| | | | JP 7502877 T | 23-03-1995 |
| | | | JP 3304976 B2 | 22-07-2002 |
| EP 1215370 | A | 19-06-2002 | FR 2818430 A1 | 21-06-2002 |
| | | | FR 2818431 A1 | 21-06-2002 |
| | | | EP 1215370 A1 | 19-06-2002 |
| DE 10125767 | C | 29-05-2002 | DE 10125767 C1 | 29-05-2002 |
| | | | AU 7978101 A | 05-02-2002 |
| | | | WO 0208579 A1 | 31-01-2002 |
| | | | EP 1305505 A1 | 02-05-2003 |
| | | | EP 1445432 A1 | 11-08-2004 |
| | | | EP 1445433 A1 | 11-08-2004 |
| | | | JP 2004518841 T | 24-06-2004 |
| | | | US 2003111029 A1 | 19-06-2003 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051123

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F01L9/04 H01F7/16 F16K31/08

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 F01L H01F F16K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X | FR 2 818 430 A (RENAULT) 21. Juni 2002 (2002-06-21) | 1 |
| Y | das ganze Dokument | 2 |
| A | | 11,12 |
| Y | EP 1 045 116 A (MIKUNI KOGYO KK) 18. Oktober 2000 (2000-10-18) Abbildungen 11,12 | 2 |
| X | US 5 559 378 A (OUDET CLAUDE ET AL) 24. September 1996 (1996-09-24) Abbildung 1 | 1 |
| X | EP 1 215 370 A (RENAULT) 19. Juni 2002 (2002-06-19) Absatz '0022!; Abbildungen 1,2,5 | 1 |
| | ----- -/- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Oktober 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/10/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Clot, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051123

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | <p>DE 101 25 767 C (COMPACT DYNAMICS GMBH) 29. Mai 2002 (2002-05-29) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument</p> <p>-----</p> | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

EP/EP2004/051123

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| FR 2818430 | A | 21-06-2002 | FR 2818430 A1 | 21-06-2002 |
| | | | EP 1215370 A1 | 19-06-2002 |
| EP 1045116 | A | 18-10-2000 | JP 2000199411 A | 18-07-2000 |
| | | | AU 752530 B2 | 19-09-2002 |
| | | | AU 6001699 A | 22-05-2000 |
| | | | CA 2317665 A1 | 11-05-2000 |
| | | | EP 1045116 A1 | 18-10-2000 |
| | | | US 6561144 B1 | 13-05-2003 |
| | | | WO 0026510 A1 | 11-05-2000 |
| | | | US 2003168030 A1 | 11-09-2003 |
| US 5559378 | A | 24-09-1996 | FR 2682542 A1 | 16-04-1993 |
| | | | DE 69209308 D1 | 25-04-1996 |
| | | | DE 69209308 T2 | 21-11-1996 |
| | | | EP 0607354 A1 | 27-07-1994 |
| | | | WO 9307673 A1 | 15-04-1993 |
| | | | JP 7502877 T | 23-03-1995 |
| | | | JP 3304976 B2 | 22-07-2002 |
| EP 1215370 | A | 19-06-2002 | FR 2818430 A1 | 21-06-2002 |
| | | | FR 2818431 A1 | 21-06-2002 |
| | | | EP 1215370 A1 | 19-06-2002 |
| DE 10125767 | C | 29-05-2002 | DE 10125767 C1 | 29-05-2002 |
| | | | AU 7978101 A | 05-02-2002 |
| | | | WO 0208579 A1 | 31-01-2002 |
| | | | EP 1305505 A1 | 02-05-2003 |
| | | | EP 1445432 A1 | 11-08-2004 |
| | | | EP 1445433 A1 | 11-08-2004 |
| | | | JP 2004518841 T | 24-06-2004 |
| | | | US 2003111029 A1 | 19-06-2003 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.